Sur l'ultrastructure du tissu osseux d'un Poisson Téléostéen fossile : Diplomystus brevissimus (*Fam.* Clupeidae).

Par Charles-Albert Baud et Peter W. Morgenthaler.

Il existe un bon nombre de travaux dans la littérature sur l'étude histologique de débris osseux appartenant aux Poissons fossiles. Ils portent surtout sur les dents, les écailles et aussi les cuirasses des Ostracodermes et des Placodermes.

Nous trouvons des observations de coupes au microscope polarisant dans les travaux de divers auteurs, notamment dans ceux de : Bleicher (1893) : Il a observé des os, des dents et des écailles de Poissons sélaciens et ganoïdes du Muschelkalk de Lorraine et du Tertiaire, et il constate que les os de ces poissons conservent leur structure avec la plus grande netteté, y compris les cavités des ostéoplastes. En lumière polarisée, la biréfringence est maintenue.

Les observations de Gebhardt (1907), au microscope ordinaire et en lumière polarisée, portent sur les cuirasses des Placodermes. Cet auteur constate également la conservation de la biréfringence, analogue à celle de l'os récent, mais différant qualitativement de celle-ci. Elle est négative dans le cas des Placodermes, ce qui correspond à l'os dépourvu de sa matière organique.

Gross (1930) a étudié les cuirasses, les écailles, les dents et les os des Ostracodermes, des Placodermes et des Crossoptérygiens. Lui aussi constate, en lumière polarisée, une biréfringence conservée. Il obtient ce même résultat sur le squelette cutané de quelques Poissons cuirassés, agnathes et ganoïdes (Gross, 1935-36).

N'ayant pas trouvé, dans la littérature, d'observations sur le squelette interne des Téléostéens fossiles, nous en avons entrepris l'étude.

Matériel et méthodes.

Le présent travail porte sur les vertèbres de *Diplomystus brevissimus*, Poisson téléostéen malacoptérygien physostome, appartenant à la famille des *Clupeidae* et provenant du gisement cénomanien de Hakel (Crétacé supérieur). Les échantillons nécessaires à nos observations (fig. 1) ont été gracieusement mis à notre disposition

par M. le professeur C. ARAMBOURG que nous tenons à remercier ici vivement.

Nous avons procédé au polissage de surface d'un fragment de roche, sur un feuillet de laquelle se trouvait le poisson. Ce début de coupe fut collé sur lame avec du baume du Canada, ensuite le côté libre fut usé de la manière classique employée en Minéralogie, de façon à obtenir une préparation transparente et suffisamment mince.

Pour les observations en lumière polarisée, nous avons détecté la biréfringence et mesuré le retard suivant les méthodes antérieurement publiées (BAUD, 1948).

D'autres fragments furent pulvérisés pour l'examen par diffraction des rayons X. Nous avons employé le Diffractographe Philips, type 11.704, avec tube à anticathode de Cu, sous tension de 30 kV avec une intensité de 18 mA, filtre de Ni laissant passer le rayonnement Kα, et une chambre Debije-Scherrer de 57,54 mm. de diamètre. Les échantillons ont été broyés au mortier d'agate, non tamisés, et agglomérés au sommet d'un fil de verre.

Nous tenons à remercier ici les Laboratoires du CERCHAR à Verneuil qui ont réalisé, pour nous, les coupes minces et le diagramme X.

RÉSULTATS ET DISCUSSION.

Nos observations ont porté sur le corps vertébral et les apophyses épineuses de *Diplomystus brevissimus.*

1) L'ASPECT HISTOLOGIQUE EN LUMIÈRE ORDINAIRE est identique à celui du tissu osseux des Poissons actuels de la même famille, tel que l'indiquent les travaux de KOELLIKER (1859 et 1889), de STEPHAN (1898 et 1900), et les observations comparatives que nous avons faites sur des spécimens frais d'un représentant de la même famille *(Clupea harengus)*. C'est un tissu osseux qui ne présente pas de véritables lamelles, mais cependant une disposition nette en couches concentriques ; cet aspect se présente à la fois dans le corps vertébral (fig. 2), et dans les apophyses épineuses où la substance osseuse est orientée parallèlement au grand axe. Cette substance osseuse présente, dans la portion externe du corps vertébral, des orifices allongés en forme de boutonnières, destinés au passage de faisceaux fibreux à direction perpendiculaire. Il y a d'autre part des ostéoplastes comme c'est la règle chez certains Malacoptérygiens, et particulièrement chez les Clupéidés.

2) OBSERVATIONS AU MICROSCOPE POLARISANT.

a) *Biréfringence* : Entre nicols croisés, le tissu osseux des vertèbres s'illumine (fig. 2). La biréfringence est alors négative, pour

les apophyses épineuses par rapport à leur allongement, et pour les doubles cônes par rapport à la tangente à la surface. SCHMIDT (1924) a d'ailleurs rencontré cette topographie de biréfringence dans des Poissons récents.

La biréfringence négative correspond, d'après VALENTIN (1861), SCHAFFER (1889) et GEBHARDT (1907) à l'os privé de sa matière organique.

b) *Dichroïsme* : Les sections de fragments osseux ont une coloration jaune-ocre (due probablement à de l'oxyde de fer) et présentent un léger dichroïsme négatif ; le maximum d'absorption se produit lorsque la lumière vibre perpendiculairement à l'allongement. Un tel dichroïsme a été découvert par R. J. COLONY dans les Poissons fossiles du Calcaire crétacé de la région de la mer morte (Palestine), mais non publié, et signalé par ROGERS (1924) à propos d'observations sur les Reptiles du Permien.

La constatation de ce dichroïsme négatif identique à celui que l'on rencontre dans certains cristaux d'apatites naturelles prouve que l'on a affaire à une anisotropie optique intrinsèque des cristaux submicroscopiques de l'os.

L'ultrastructure de l'os est donc conservée même dans des squelettes provenant de l'ère secondaire. Ce fait étend nos observations précédentes (BAUD et MORGENTHALER, 1952) sur l'os humain fossile, et celles de BLEICHER (1893), GEBHARDT (1907) et GROSS (1930, 1935-36) sur les Poissons fossiles.

3) DIFFRACTION DES RAYONS X.

a) *Aspect des raies* : Le diagramme X (fig. 3) nous montre des raies plus fines que dans un os récent, ce qui peut s'expliquer d'une part par une disparition de la matière organique (qui produit un flou dans le diagramme) et d'autre part par une augmentation éventuelle de la taille des cristaux.

b) *Mensurations* : C'est un diagramme typique de fluorapatite avec les raies caractéristiques, telles qu'elles ont été déterminées par NARAY SZABO (1930) pour des échantillons de fluorapatite naturelle. On ne trouve pas de raies correspondant à une autre substance.

L'apparition d'un diagramme de fluorapatite était concevable, étant donné ce que l'on sait de l'enrichissement progressif en fluor au cours de la fossilisation (OAKLEY, 1949), par une réaction dans l'état solide. Déjà STUEHLER (1938) avait observé un diagramme de fluorapatite, mais seulement pour des os bien plus anciens, c'est-à-dire, pour des fragments d'*Asterolepis* du Dévonien moyen.

Conclusions

L'étude, par les techniques ultrastructurales, du squelette interne de Poissons fossiles du Crétacé nous montre que l'aspect microscopique et la texture submicroscopique de l'os sont conservés, que la matière organique a disparu et que la substance minérale osseuse s'est transformée en fluorapatite, mais qu'il n'y a pas eu de surminéralisation par des éléments provenant du sol (calcite), au moins en quantités détectables par la diffraction des rayons X.

Laboratoire de Morphologie ultrastructurale de l'Institut d'Anatomie, et Institut d'Anthropologie (Université de Genève) et Laboratoire de Paléontologie du Muséum.

BIBLIOGRAPHIE

1. Baud Charles-Albert, *Bull. mens. Soc. Linnéenne, Lyon*, **17**, 10, 1948, pp. 200-202.
2. — et Morgenthaler, Peter W., *Arch. suisses d'Anthr. gén., Genève*, **17**, 1, 1952, pp. 52-65.
3. Bleicher, Bibliographie anatomique, **1**, 1893, pp. 93-96 et 123-128.
4. Gebhardt W., *Verh. Anat. Ges. Würzburg, Jena*, **21**, 1907, pp. 72-90.
5. Gross, Walter, *Geol. u. Paläont. Abh., Jena*, N. F. **18**, 2, 1930, pp. 1-36.
6. — *Palaeontographica*, **83**, Abt. A, 1935-36, pp. 1-60.
7. Koelliker A., *Proc. Roy. Soc., London*, **9**, 1857-59, pp. 656-668.
8. — Handbuch der Gewebelehre, Leipzig, 1889, pp. 108 et 280.
9. Naray Szabo S., *Z. Krist.*, **75**, 1930, p. 390.
10. Oakley Kenneth P., Yearbook of Phys. Anthr., **5**, 1949, pp. 44-52.
11. Rogers Austin F., *Bull. Geol. Soc. of America, New-York*, **35**, 1924, pp. 535-556.
12. Schaffer Josef, *Sitzgsber. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl., Vienne*, III, **98**, 1889, pp. 319-382.
13. Schmidt W. J., Die Bausteine des Tierkörpers in polarisiertem Lichte, Bonn, 1924.
14. Stephan P., *Arch. Anat. micr.*, **2**, 1898, pp. 355-372.
15. — *Bull. sci. France Belgique*, **33**, 1900, pp. 281-429.
16. Stuehler R., *Fortschr. Röntgenstr.*, **57**, 1938, pp. 231-264.
17. Valentin, Die Untersuchungen der Pflanzen-und Tiergewebe im polarisierten Licht, Leipzig, 1861.

PLANCHE I

Fig. 1. — *Diplomystus brevissimus* du Cénomanien de Hakel. Grandeur naturelle.

Fig. 2. — Coupe sagittale d'un corps vertébral de *Diplomystus brevissimus*. Microscope polarisant, nicols croisés. Grossissement 130 x.

Fig. 3. — Diagramme de diffraction des rayons X par un fragment pulvérisé de *Diplomystus brevissimus* (Reproduction en vraie grandeur du diagramme obtenu dans la chambre Debije-Scherrer de 57,54 mm. de diamètre).